
LOS TERNEROS CLONADOS EN ARGENTINA, POR CIENTIFICOS ARGENTINOS.

POR MARTIN DE AMBROSIO

CAFE CIENTIFICO

La clonación, hoy

¿En qué estado se encuentra la técnica de la clonación? Después de cinco años del espectacular anuncio de la clonación de una oveja escocesa, mucha agua ha corrido, y tal vez sea necesario empezar a discriminar las reales posibilidades de la técnica y las fantasías que se construye el imaginario social. Para eso, en esta misma edición, **Futuro** presenta fragmentos del Café Científico en el que participaron Daniel Salamone, uno de los clonadores de la ternera "Pampita", y Juan Carlos Calvo, director del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

La clonación siempre vuelve. Desde el anuncio del nacimiento de la oveja Dolly, en 1997, cada tanto sobrevuela por las tapas de los diarios y los noticieros de la televisión tal o cual adelanto clónico. Y con las informaciones vuelven esos inveterados temores de apocalipsis tecnológicos derivados de eventuales modificaciones de la "naturaleza" humana.

Reeditando estos periódicos retornos, hace un tiempo el médico italiano Severino Antinori aseguró que existía ya una mujer que estaba embarazada de un clon humano; luego la noticia se desmintió, pero el despliegue informativo fue tal que incluso se llegó a especular que se trataba de una de las esposas de un millonario árabe. Hace poco, para poner un ejemplo serio, un grupo de científicos argentinos logró obtener una ternera clon a la que bautizaron "Pampita" y que resultó una especie de modelo para que un mes después nacieran más clones, pero esta vez con el agregado de ser transgénicos. (Algo así como la suma de todos los males para los tecnofóbicos: un clon, ¡y encima transgénico!) La cuestión es que las nuevas terneras, bautizadas con nombre de playas marplatenses –"Pampa mansa", "Pampa linda", "Pampa clara" y "Pampa dulce"– tienen un gen modificado; y ese gen les permitirá que produzcan leche con la hormona de crecimiento que, luego de ser procesada, podrá evitar el enanismo.

Para hablar de todos estos temas de clonación, sobre la técnica en sí y sobre los peligros de clonaciones humanas indiscriminadas, nada mejor que ir a las fuentes y escuchar a uno de los clonadores de "Pampita" y sus cuatro hermanas, Daniel Salamone, que además es miembro de la cátedra de Fisiología Zootécnica de la Facultad de Agronomía (UBA). Junto con él estuvo en el último Café Científico –que organiza el Planetario de la Ciudad en la Casona del Teatro– otro notable especialista: Juan Carlos Calvo, director del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). (El próximo Café Científico se tomará el 19 de noviembre y el tema será "El envejecimiento".)

EN EL PRINCIPIO FUE LA CELULA

Juan Carlos Calvo: –Desde el mismo título, el tema de esta charla puede generar grandes esperanzas o grandes temores, sobre todo por un futuro en el que la clonación sea moneda corriente. Mi idea entonces es explicar cómo hace una célula para manejar información que nos es de utilidad, por un lado, para mantenernos vivos; y que será también la información que se transmitirá a nuestros hijos. Una vez que yo les dé un poco el panorama general, Daniel (Salamone) les contará cómo es que se hizo la clonación de esos terneros.

Empecemos por el ADN, esa palabra que parece estar en boca de todos, desde Dolly en adelante, y que vuelve cada vez que alguien anuncia que quiere clonar a un ser humano o cuando se logran clonaciones exitosas, como la reciente de este grupo de argentinos; y más cuando se clona animales con material genético humano. Veremos que no es ciencia-ficción, y que tampoco necesariamente es algo malo, si se sabe hacer bien y con un buen fin. Muchas veces se habrán preguntado por qué algunas personas lucen bien y otras no tanto; eso no es más que la expresión de lo que primero ocurrió dentro de nuestras células; así como esa pared está constituida por ladrillos, nuestros cuerpos tienen como unidad fundamental a las células. Y podemos decir que nuestro organismo es de algún modo un reflejo de ese conjunto de células. Todos los que estamos acá sentados alguna vez fuimos una sola célula; cuando un espermatozoide se unió a un óvulo u ovocito se originó una sola célula que empezó a dividirse y dividirse y dividirse... a veces uno no sabe qué término usar porque bien podría decir que empezó a multiplicarse y multiplicarse y multiplicarse. Lo cierto es que esa célula, esa sola célula, ya tenía toda la información genética para "concluir" la formación de cada uno de nosotros. Pero para que eso pasara, necesitó de ese espermatozoide y de ese óvulo que aportaron su parte de información. Una vez generada esa célula inicial, la información pasó a las otras células que fueron fruto de la división. Y en algún momento del crecimiento del embrión, algunas de estas células decidieron especializarse; a pesar de tener la misma información, algunas "decidieron" ser cerebro, ser riñón, ser hígado. Podríamos decir que es como cuando uno decide especializarse en alguna carrera, una vez terminado el secundario. Yo quise ser químico, y entré en la Facultad de Exactas, pero no significa que por haber decidido ser químico toda la información de las otras carreras, medicina, abogacía, arquitectura, etc., que ya tenía, desaparezca sino que no la uso. Algo así sucede con estas células, muy al principio del desarrollo embrionario, cuando a pesar de tener toda la información deciden usar sólo cierta parte. Pero, ¿en qué consiste toda esa información?

LA NATURALEZA DE LA INFORMACION

Calvo (continúa): –Desde hace algunos años, los científicos en vez de preguntarse en qué nos diferenciamos con las demás especies han comenzado a preguntarse en qué nos parecemos. En qué nos parecemos a una bacteria, a una planta, a un camello, a un pez. Una vez que se dieron cuenta de cuáles eran las similitudes, se preguntaron qué pasa si combinamos algo de esto, qué pasa si le agregamos información que proviene de un ser humano. Desde luego, no lo transformo en ser humano sino que voy a conseguir que ese ternero use esa información y exprese lo que esa información le indica; porque en definitiva todos los seres vivos manejamos el mismo tipo de información. El asunto es ver dónde está esa información. Pues está en un lugar muy especial de las células que se llama núcleo, dentro de ese núcleo están los cromosomas, dentro de los cromosomas está el famoso ADN, la molécula que tiene una particular composición química que se conoce (eso hizo el proyecto genoma humano: logró saber exactamente la información que este ADN lleva en cada una de nuestras células).

El ADN está compuesto por dos cintas –la doble hélice– que se mantienen pegadas. Cuando la célula se divide, las

La clonación, hoy

cintas se separan de tal modo que cada cinta pueda generar la otra, manteniéndose la información. Ahora, ¿cómo usa la información la célula? A partir de su núcleo, la célula genera otra molécula, que no aparece tanto en los diarios, que se llama ARN. El resultado final es una proteína, palabra más famosa, y que no es otra cosa que una molécula químicamente definida, que nos sirve para el armazón de la célula, como hormona, para defendernos de los virus en el sistema inmunológico, etc.; las proteínas dentro de las células están donde está la acción, pero una proteína no puede sintetizarse si antes no sacó la información del ADN que estaba en nuestros núcleos. Por eso la idea de estas clonaciones es que los terneros en su material genético lleven información para una proteína humana, y cuando la produzcan se podrá obtener esa proteína de la vaca muy fácilmente.

DE UN NUCLEO A OTRO

Daniel Salamone: –Una de las técnicas de las que voy a hablar es la de "transplante nuclear", un nombre un poco fantasioso como ven, que está causando gran impacto con el tema de la clonación y que se conoce desde 1986. En Estados Unidos se habían logrado embriones in vitro con una célula de animal adulto, incluso lo implantaron en un animal, pero nunca supusieron que podía dar origen a un animal entero. Esto pasó desapercibido muchos años hasta que un escocés, Ian Wilmut, insistió y descubrió que era un sistema efectivo a partir de una célula que ya estaba diferenciada y formando un tejido, fue como "volverla para atrás" y transformarla en un embrión y luego en un animal completo.

Algo así hicimos nosotros. Nuestra idea era introducirle ADN nuevo al embrión. Entonces, lo que hicimos fue, teniéndolas in vitro y pudiendo cultivarlas por muchísimo tiempo –hasta dos meses fuera del animal–, introducir un grupo de genes nuevo. En nuestro caso, le introdujimos el gen de la hormona de crecimiento... Ustedes saben que hay personas que no crecen lo suficiente y sufren de "enanismo", cuando están por debajo de cierta medida. Es porque les falta cierta hormona, que si se les inyecta durante el período de crecimiento haría que alcanzaran una talla normal. Entonces, lo que hicimos fue introducir esa hormona del crecimiento en estas células y además pusimos esa información de tal modo que la hormona se produzca sólo en la leche de la futura vaca, y no en cualquier parte del cuerpo. Tenemos millones de estas células que provienen del mismo animal; las congelamos y las podemos obtener indefinidamente, en el número de millones.

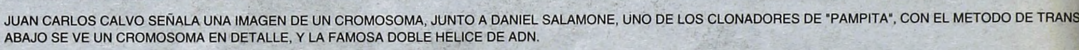
LA TECNICA

Salamone (continúa): –Para el procedimiento de sacarle el núcleo al óvulo usamos la microcirugía, que es una técnica sumamente artesanal. Consiste en utilizar pipetas –estructuras tubulares de vidrio– muy muy finitas, que no se pueden ver sino con microscopios. Con esas pipetas le sacamos el núcleo al óvulo y a la célula que hemos modificado genéticamente le mantenemos el núcleo y el citoplasma. Para fusionarlas, que es el siguiente paso, usamos un método "eléctrico"; a través de una descarga, dos células que están muy próximas se fusionan. Luego, hacemos crecer un embrión durante nueve días en el laboratorio y, si es que evoluciona –es decir, si se multiplica la célula inicial–, tomamos una vaca y lo implantamos en esa especie de madre sustituta que lo va a desarrollar ahora como si se tratara de una preñez normal. En nuestro caso, lo terminamos en cesárea porque queremos tener absoluto control, máxime después de que en febrero se nos muriera otro clon en el momento del parto natural.

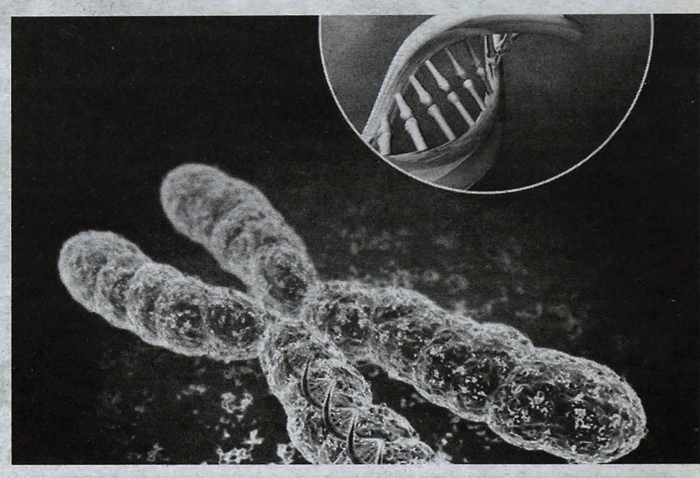
De los terneros nacidos, el más antiguo –que tiene dos meses– no es transgénico; en cambio ya tienen cerca de un mes los animales transgénicos que pueden producir la hormona de crecimiento. Cuando crezcan más van a desarrollar las glándulas mamarias y van a producir en la leche esta proteína del crecimiento humano. Van a producir una proteína humana, que va a poder sacarse de la leche y de la cual obtendremos grandes cantidades. No es que vamos a tomar la leche y listo, vamos a crecer. No, hay que someterla a un proceso de purificación y luego se producirá la medicina que se venderá en las farmacias.

¿Qué otras cosas se pueden hacer con todo esto? Bueno, se podría pensar por ejemplo en tomar al gran campeón de la Rural y producir copias. Pero a mí me gusta más la idea de producir en animales remedios de alto valor. Y una de las cosas que más me entusiasma es la posibilidad de trabajar en cerdos que, como ustedes saben, es una especie muy parecida a la humana en cuanto a sus órganos. Así se podría suplir esa falta de órganos para transplantes humanos que sufrimos hoy, con enormes listas de espera. Y apesar de que esto sería algo a largo plazo, hay





JUAN CARLOS CALVO SEÑALA UNA IMAGEN DE UN CROMOSOMA, JUNTO A DANIEL SALAMONE, UNO DE LOS CLONADORES DE "PAMPITA", CON EL METODO DE TRANS
ABAJO SE VE UN CROMOSOMA EN DETALLE, Y LA FAMOSA DOBLE HELICE DE ADN.



CLONACION HUMANA

¿Y dónde está el peligro?

–Uno de los temores que suele aparecer en el imaginario colectivo, no bien se nombra el tema de la clonación, es la posibilidad cierta de la clonación humana. Quería saber qué opinan ustedes al respecto y si la técnica está hoy en condiciones de obtener clones humanos.

Calvo: –Yo estoy en contra de cualquier tipo de clonación humana. Ahora, estrictamente desde el punto de vista científico, se cuenta con toda la tecnología y evidentemente lo que les mostró Daniel bien puede aplicarse al ser humano; se tiene la maquinaria, la tecnología, se sabe cómo mantener a esas células fuera del organismo, de hecho es lo que se hace con la fertilización asistida. Pero, según tengo entendido, la clonación de primates, sean humanos o no, tiene muy baja eficiencia y generalmente no funciona tan bien como en terneros, ovejas y ratones. Porque en los primates el sistema que organiza la división de cromosomas en los primeros estadios de la división celular proviene de un material que trae el espermatozoide. En la clonación humana no habría espermatozoide, de modo que ese "organización" debería venir del óvulo y de la célula.

Entonces, el peligro está en que no se pueda organizar perfectamente esa separación de cromosomas, porque falta el factor que aporta el espermatozoide. Aparte de los problemas éticos por los que yo me opongo, en estos momentos me parece que sería demasiado arriesgado y criminal intentar la clonación humana.

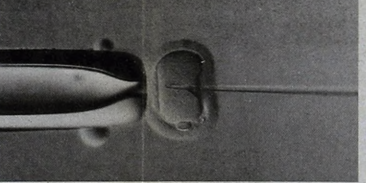
–¿Y entonces cuál es el problema ético?

Calvo: –El problema ético deviene de la respuesta a esta pregunta: ¿para qué se va a usar la clonación? Normalmente la clonación humana podría tener dos fines. Uno es el reproductivo, y es el fin al que se oponen casi todos los científicos, porque justamente uno de los grandes hallazgos de la naturaleza es la variabilidad genética. Precisamente la reproducción sexual se desarrolla para que al combinarse espermatozoide y óvulo cada uno aporte los mejores genes. Volver atrás en esto, y reducir a una sola la dotación genética es peligroso, y nadie tiene derecho a decir "mis genes son tan buenos que se los voy a transmitir enteritos" a éste mi clon. La otra es la terapéutica, es decir, generar un embrión en los primeros estadios de diferenciación y a partir de ahí obtener todo el organismo con las células pluripotenciales. La idea sería: yo tengo una enfermedad neurodegenerativa y una posible solución sería administrarme células frescas que reemplazaran a las neuronas que se me están degenerando. Ahora, yo no puedo recibir neuronas de cualquier otra persona porque mi organismo las rechazaría. La solución sería obtener esas neuronas de mi propio organismo, a través de un clon de mí en los primeros estadios de diferenciación de ese embrión –seis o siete días– y, a través de esa masa de células pluripotenciales, generar neuronas que en definitiva van a ser las mías. Pero lo que hicimos fue generar un embrión para destruirlo. Y eso es un primer punto que éticamente no me parece; además, como esas células también van a tener muy probablemente el mismo gen defectuoso habría que manipular ese embrión genéticamente para que esa enfermedad desaparezca. Lo cual abre la posibilidad de que uno empiece a modificar genes, le pone unos, le saca otros... No sé si vieron la película *Gattaca*, en la que las personas decidían cómo tener a sus hijos: si los tenían vía reproducción natural, nadie lo prohibía, pero ese chico resultaba un inválido porque tenía todos mis problemas genéticos, los de la madre, etc.; en cambio, si se lo hace por fertilización asistida y se saca genéticamente todo lo malo, se puede agregarle incluso algún gen extra.

Salamone: –La clonación humana ha sido un tema de mucho debate conmigo mismo. Manejar este tipo de tecnología es una suerte de condena porque uno siente una especie de obligación... si uno puede ayudar y no lo hace está cometiendo un error o un pecado, aunque igual es verdad que uno no tiene que hacer todas las cosas que puede. El hecho concreto es que lo pensé mucho, sobre todo en los términos terapéuticos que mencionaba Juan Carlos Calvo. La verdad

La clonación, hoy







JUAN CARLOS CALVO SEÑALA UNA IMAGEN DE UN CROMOSOMA, JUNTO A DANIEL SALAMONE, UNO DE LOS CLONADORES DE "PAMPITA", CON EL METODO DE TRANSPLANTE NUCLEAR (DERECHA Y ARRIBA). ABAJO SE VE UN CROMOSOMA EN DETALLE, Y LA FAMOSA DOBLE HELICE DE ADN.

cintas se separan de tal modo que cada cinta pueda generar la otra, manteniéndose la información. Ahora, ¿cómo usa la información la célula? A partir de su núcleo, la célula genera otra molécula, que no aparece tanto en los diarios, que se llama ARN. El resultado final es una proteína, palabra más famosa, y que no es otra cosa que una molécula químicamente definida, que nos sirve para el armazón de la célula, como hormona, para defendernos de los virus en el sistema inmunológico, etc.; las proteínas dentro de las células están donde está la acción, pero una proteína no puede sintetizarse si antes no sacó la información del ADN que estaba en nuestros núcleos. Por eso la idea de estas clonaciones es que los terneros en su material genético lleven información para una proteína humana, y cuando la produzcan se podrá obtener esa proteína de la vaca muy fácilmente.

DE UN NUCLEO A OTRO

Daniel Salamone: –Una de las técnicas de las que voy a hablar es la de "transplante nuclear", un nombre un poco fantasioso como ven, que está causando gran impacto con el tema de la clonación y que se conoce desde 1986. En Estados Unidos se habían logrado embriones in vitro con una célula de animal adulto, incluso lo implantaron en un animal, pero nunca supusieron que podía dar origen a un animal entero. Esto pasó desapercibido muchos años hasta que un escocés, Ian Wilmut, insistió y descubrió que era un sistema efectivo a partir de una célula que ya estaba diferenciada y formando un tejido, fue como "volverla para atrás" y transformarla en un embrión y luego en un animal completo.

Algo así hicimos nosotros. Nuestra idea era introducirle ADN nuevo al embrión. Entonces, lo que hicimos fue, teniéndolas in vitro y pudiendo cultivarlas por muchísimo tiempo –hasta dos meses fuera del animal–, introducir un grupo de genes nuevo. En nuestro caso, le introdujimos el gen de la hormona de crecimiento... Ustedes saben que hay personas que no crecen lo suficiente y sufren de "enanismo", cuando están por debajo de cierta medida. Es porque les falta cierta hormona, que si se les inyecta durante el período de crecimiento haría que alcanzaran una talla normal. Entonces, lo que hicimos fue introducir esa hormona del crecimiento en estas células y además pusimos esa información de tal modo que la hormona se produzca sólo en la leche de la futura vaca, y no en cualquier parte del cuerpo. Tenemos millones de estas células que provienen del mismo animal; las congelamos y las podemos obtener indefinidamente, en el número de millones.

LA TECNICA

Salamone (continúa): –Para el procedimiento de sacarle el núcleo al óvulo usamos la microcirugía, que es una técnica sumamente artesanal. Consiste en utilizar pipetas –estructuras tubulares de vidrio– muy muy finitas, que no se pueden ver sino con microscopios. Con esas pipetas le sacamos el núcleo al óvulo y a la célula que hemos modificado genéticamente le mantenemos el núcleo y el citoplasma. Para fusionarlas, que es el siguiente paso, usamos un método "eléctrico"; a través de una descarga, dos células que están muy próximas se fusionan. Luego, hacemos crecer un embrión durante nueve días en el laboratorio y, si es que evoluciona –es decir, si se multiplica la célula inicial–, tomamos una vaca y lo implantamos en esa especie de madre sustituta que lo va a desarrollar ahora como si se tratara de una preñez normal. En nuestro caso, lo terminamos en cesárea porque queremos tener absoluto control, máxime después de que en febrero se nos muriera otro clon en el momento del parto natural.

De los terneros nacidos, el más antiguo –que tiene dos meses– no es transgénico; en cambio ya tienen cerca de un mes los animales transgénicos que pueden producir la hormona de crecimiento. Cuando crezcan más van a desarrollar las glándulas mamarias y van a producir en la leche esta proteína del crecimiento humano. Van a producir una proteína humana, que va a poder sacarse de la leche y de la cual obtendremos grandes cantidades. No es que vamos a tomar la leche y listo, vamos a crecer. No, hay que someterla a un proceso de purificación y luego se producirá la medicina que se venderá en las farmacias.



¿Qué otras cosas se pueden hacer con todo esto? Bueno, se podría pensar por ejemplo en tomar al gran campeón de la Rural y producir copias. Pero a mí me gusta más la idea de producir en animales remedios de alto valor. Y una de las cosas que más me entusiasma es la posibilidad de trabajar en cerdos que, como ustedes saben, es una especie muy parecida a la humana en cuanto a sus órganos. Así se podría suplir esa falta de órganos para transplantes humanos que sufrimos hoy, con enormes listas de espera. Y apesar de que esto sería algo a largo plazo, hay tres grupos en el mundo que están trabajando en este sentido y obteniendo resultados muy buenos. Podríamos producir resistencias a las enfermedades, es decir, producir animales que "resistan genéticamente"; podríamos mejorar su capacidad de reproducción. O, como ya se está haciendo, producir cabras que en su leche generen "seda de araña", que es la proteína más resistente, hasta se pueden hacer chalecos antibala con esto. También se puede reproducir por clonación animales en peligro de extinción. Estas son algunas posibilidades de esta técnica.

PREGUNTAS (MAS UN EJERCICIO DE PERIODISMO)

–¿Qué importancia tiene la edad del animal del cual se toma la célula somática?

Salamone: –Eso es muy importante. A mí, que siempre me gustó la ciencia-ficción, me sorprendió cuando leí que el grupo de Wilmut que clonó a Dolly veía que la oveja clonada desde el punto de vista genético era más vieja de lo que debería ser: tenía cinco años y parecía que desde el punto de vista de los cromosomas tenía diez. No sé si vieron *Blade Runner* o leyeron el libro (*Sueñan los androides con ovejas eléctricas*) en el que los clones morían jóvenes, y que parecía premonitorio... Ahora bien, un científico argentino demostró lo contrario, es decir, que la célula rejuvenece con la clonación. Pero en realidad estamos estudiando todavía, y no hay nada definitivo.

–¿Cómo es la terapia génica, se reemplazan genes o se suprimen genes?

Salamone: –Hay diferentes formas de incorporar genes a un organismo. Hay partículas virales que, de la misma forma que introdujimos un gen para que determinada proteína se exprese en la leche, a través de una "infección beneficiosa", se pueden incorporar a genes que producen medicamentos en el propio individuo. Eso está en el terreno experimental para un gran número de enfermedades. Otra cosa, más discutible, es cuando se altera genéticamente a un individuo para siempre y a su vez a los hijos, y a los hijos de los hijos. Yo diría que no deberíamos hacerlo porque médicamente aún no sabemos las consecuencias que puede tener. Insisto en que hay que evitar el dogmatismo y debatir profundamente estos temas.

(...) Recuerdo que una vez me llamó un periodista, Chiche Gelblung, y me preguntó "¿qué piensan los científicos de la clonación humana?". Yo empecé a responder que la mayoría está en contra, que médicamente es desacertado, y estaba en eso cuando me dice: "Bueno, Severino Antinori (el médico italiano que quiere clonar humanos) al teléfono". Y del otro lado, Antinori que me decía que se pueden clonar humanos porque en el mono funciona y no hay problemas. Yo le pregunté quién había clonado de un mono adulto y él me respondió con evasivas, porque nadie lo hizo hasta ahora. En fin, son posturas encontradas...

EUGENESIA Y FINAL

Calvo: –Yo quiero agregar que no estoy a favor de la eugenesia, es decir, la selección de quién nace o quién no según el patrimonio genético; eso es algo que ya hace la naturaleza por sí misma, si tenemos en cuenta que 3 de 4 embarazos naturalmente se pierden. Decidir que una persona no nazca por los resultados de un análisis es un problema porque, después, ¿dónde lo frenamos? Y es que se podría trasladar y hacer con los ya nacidos: "Esta persona es un estorbo para la sociedad, matémosla", se diría. Es muy peligroso, me parece, y debe debatirse, como en este momento acá en el Café Científico, o bien legislarse cuidadosamente. A pesar de que no hay ley que pueda impedir ciertos excesos. Y doy un ejemplo de la terapia génica, un procedimiento generalmente aceptado; nadie ve mal que a una persona se le administre un virus que tenga un gen que le haga más llevadera la vida futura con tal enfermedad. Pero, en 1999, un chico murió en cinco días por la terapia génica. Era un chico que se podía haber mantenido vivo perfectamente con la terapia tradicional, es más, su enfermedad no aparecía en todas las células sino en algunas, pero él decidió la terapia génica porque pensaba que experimentando él mismo podría ayudar a otros chicos en el futuro. Y murió a los cinco días. Fue en Estados Unidos, y era un chico que tenía un problema de deficiencia en el metabolismo de aminoácidos, y podía haber vivido muchísimos años más. ¿Qué pasó? Los médicos variaron el protocolo de experimentación en el momento de aplicárselo y le administraron muchísimas más partículas virales de las que se usaban normalmente; y también ocultaron que cuatro monos habían muerto en experimentos con el mismo virus. Entonces, como decía Daniel Salamone, ¿por qué apresurarse y saltar al vacío con riesgo para las vidas?

CLONACION HUMANA

¿Y dónde está el peligro?

–Uno de los temores que suele aparecer en el imaginario colectivo, no bien se nombra el tema de la clonación, es la posibilidad cierta de la clonación humana. Quería saber qué opinan ustedes al respecto y si la técnica está hoy en condiciones de obtener clones humanos.

Calvo: –Yo estoy en contra de cualquier tipo de clonación humana. Ahora, estrictamente desde el punto de vista científico, se cuenta con toda la tecnología y evidentemente lo que les mostró Daniel bien puede aplicarse al ser humano; se tiene la maquinaria, la tecnología, se sabe cómo mantener a esas células fuera del organismo, de hecho es lo que se hace con la fertilización asistida. Pero, según tengo entendido, la clonación de primates, sean humanos o no, tiene muy baja eficiencia y generalmente no funciona tan bien como en terneros, ovejas y ratones. Porque en los primates el sistema que organiza la división de cromosomas en los primeros estadios de la división celular proviene de un material que trae el espermatozoide. En la clonación humana no habría espermatozoide, de modo que esa "organización" debería venir del óvulo y de la célula.

Entonces, el peligro está en que no se pueda organizar perfectamente esa separación de cromosomas, porque falta el factor que aporta el espermatozoide. Aparte de los problemas éticos por los que yo me opongo, en estos momentos me parece que sería demasiado arriesgado y criminal intentar la clonación humana.

–¿Y entonces cuál es el problema ético?

Calvo: –El problema ético deviene de la respuesta a esta pregunta: ¿para qué se va a usar la clonación? Normalmente la clonación humana podría tener dos fines. Uno es el reproductivo, y es el fin al que se oponen casi todos los científicos, porque justamente uno de los grandes hallazgos de la naturaleza es la variabilidad genética. Precisamente la reproducción sexual se desarrolla para que al combinarse espermatozoide y óvulo cada uno aporte los mejores genes. Volver atrás en esto, y reducir a una sola la dotación genética es peligroso, y nadie tiene derecho a decir "mis genes son tan buenos que se los voy a transmitir enteritos" a éste mi clon. La otra es la terapéutica, es decir, generar un embrión en los primeros estadios de diferenciación y a partir de ahí obtener todo el organismo con las células pluripotenciales. La idea sería: yo tengo una enfermedad neurodegenerativa y una posible solución sería administrarme células frescas que reemplazaran a las neuronas que se me están degenerando. Ahora, yo no puedo recibir neuronas de cualquier otra persona porque mi organismo las rechazaría. La solución sería obtener esas neuronas de mi propio organismo, a través de un clon de mí en los primeros estadios de diferenciación de ese embrión –seis o siete días– y, a través de esa masa de células pluripotenciales, generar neuronas que en definitiva van a ser las mías. Pero lo que hicimos fue generar un embrión para destruirlo. Y eso es un primer punto que éticamente no me parece; además, como esas células también van a tener muy probablemente el mismo gen defectuoso habría que manipular ese embrión genéticamente para que esa enfermedad desaparezca. Lo cual abre la posibilidad de que uno empiece a modificar genes, le pone unos, le saca otros... No sé si vieron la película *Gattaca*, en la que las personas decidían cómo tener a sus hijos: si los tenían vía reproducción natural, nadie lo prohibía, pero ese chico resultaba un inválido porque tenía todos mis problemas genéticos, los de la madre, etc.; en cambio, si se lo hace por fertilización asistida y se saca genéticamente todo lo malo, se puede agregarle incluso algún gen extra.

Salamone: –La clonación humana ha sido un tema de mucho debate conmigo mismo. Manejar este tipo de tecnología es una suerte de condena porque uno siente una especie de obligación... si uno puede ayudar y no lo hace está cometiendo un error o un pecado, aunque igual es verdad que uno no tiene que hacer todas las cosas que puede. El hecho concreto es que lo pensé mucho, sobre todo en los términos terapéuticos que mencionaba Juan Carlos Calvo. La verdad es que la idea de la clonación humana me hace sentir incómodo. Pero yo no prohibiría la clonación terapéutica, y si realmente hubiera una terapia que ayudara a la gente sería abierto aunque por mi parte me sentiría incómodo trabajando.

En cuanto a la clonación con fines reproductivos, desde el punto de vista estrictamente médico, es desaconsejable hoy. Fíjense: de los cinco terneros clonados, que son normales, hubo tres que nacieron con sobrepeso, están evolucionando muy bien, pero son más sensibles que los animales normales; por eso someter a un hijo a un problema inicial o que haya una enfermedad de por vida ya sería mucho, podría haber anormalidades y podría no estar funcionando correctamente todo. Y según la experiencia mundial todavía hay un enorme desconocimiento. Igualmente no sería dogmático al respecto. Imaginemos que pensamos que no hay que modificar genéticamente al hombre, y que todos estemos de acuerdo con eso, ¿qué pasa si mañana hay una terrible enfermedad o un gran cambio en el clima global que implica que la humanidad sólo pueda ser salvada modificándola genéticamente? O sea, para muchas cosas diría que no. Imaginen que Dolly sólo tiene 8 años y no sabemos estrictamente cómo va a envejecer, si normalmente o no. Yo sigo con mucho interés a los animales clonados; estamos viendo qué pasa, estamos apenas en el terreno experimental y sería muy desacertado pasar ya a los humanos.

NOVEDADES EN CIENCIA

UN MUNDO CON DOS SOLES

SKY & TELESCOPE

¿Se imagina un planeta con dos soles en su cielo? Teniendo en cuenta que más de la mitad de las estrellas son dobles o múltiples, y que los planetas parecen ser moneda corriente en el universo, la idea parece razonable. Sin embargo, hasta ahora no había pruebas muy confiables sobre semejante –y fantástico– escenario. Pero tal como informa la revista *Sky & Telescope*, un equipo internacional de astrónomos del Observatorio McDonald acaba de anunciar la presencia de un planeta en torno a la estrella doble Gamma Cefeo, que está a 45 años luz del Sistema Solar. Tal como su nombre lo indica, esta estrella pertenece a la constelación de Cefeo (invisible desde la Argentina), y es lo suficientemente brillante como para observarla fácilmente a simple vista. Es más vieja, más grande y más luminosa que el Sol. Y a su alrededor gira una estrellita rojiza muy pálida en una órbita de 70 años. Pero eso no es todo: al estudiar cuidadosamente la estrella principal, el astrónomo alemán Artie Hatzes, su colega estadounidense William D. Cochran, y los demás integrantes del Equipo de Búsqueda de Planetas del Observatorio McDonald, detectaron un ligerísimo "bamboleo" que, según ellos, no está provocado por la estrella menor sino por un objeto aún más pequeño y mucho más cercano. Cálculos mediante, Hatzes y Cochran determinaron que se trata de un planeta con el doble de la masa de nuestro Júpiter, y que da una vuelta a la estrella principal de Gamma Cefeo en apenas 2 años y medio.

El hallazgo es notable, pero no tan sorprendente: a fin de cuentas, los astrónomos ya sabían que un planeta podría mantener una órbita estable en un sistema estelar doble siempre y cuando se ubique mucho más cerca de una de las dos estrellas que de la otra. Y ése es exactamente el caso del planeta de Gamma Cefeo.

LAS NUEVAS RANAS DE SRI LANKA

Science

No son buenos tiempos para las ranas a nivel global, porque desde hace años que sus poblaciones vienen menguando progresivamente. Sin embargo, un estudio publicado en la revista *Science* revela que los bosques tropicales de Sri Lanka esconden grandes poblaciones de estos anfibios. Y lo más interesante: allí acaban de aparecer montones de nuevas especies. Recientemente, un equipo de biólogos liderado por Madhava Meegaskumbura (Universidad de Boston) estuvo clasificando a todas las variedades de ranas que encontraron en un "parche" de 750 kilómetros cuadrados de bosque. Y al compararlas con los especímenes ya conocidos (teniendo en cuenta su aspecto físico, sus colores, sus características genéticas y hasta su croar), Meegaskumbura y los suyos identificaron 120 especies hasta ahora desconocidas. "En cuanto a ranas, Sri Lanka es una zona de gran importancia mundial", dice el investigador. Otro dato curioso es que la mayoría de las especies recién descubiertas ponen huevos que pasan por lo que se conoce como "desarrollo terrestre directo". Es decir: los huevos se incuban en tierra y las crías nacen ya convertidas en adultos en miniatura, salteando la etapa de renacuajo. Ese mecanismo –previamente conocido en algunas otras variedades de ranas– explicaría el porqué del éxito de las ranas de Sri Lanka, porque muchos de los factores responsables de la declinación mundial de las poblaciones de estos anfibios (entre otros, la contaminación de las aguas, las sequías y las inundaciones) son particularmente críticos en la etapa de renacuajos.

NUEVAS MEDICIONES DE "G"

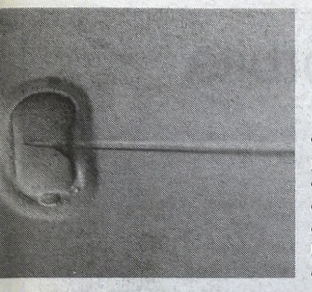
NewScientist

Al parecer, la fuerza de gravedad es una de las vedettes del momento: varios grupos de investigadores se han concentrado sobre ella (ver **Futuro** del 14/9, "Miden la velocidad de la gravedad", y del 28/9, "El magnetismo terrestre y la gravedad"). Ahora, un equipo de científicos de la Universidad de Zurich logró el cálculo más preciso hasta el momento de la constante (G) que aparece en la Ley de Gravitación Universal de Newton (la atracción gravitatoria entre dos cuerpos es igual al producto de las masas de ambos cuerpos dividido por el cuadrado de la distancia entre ellos multiplicados, justamente, por la constante G; esto es, $f = G\,Mm/d^2$).

Resulta que G es una de las constantes fundamentales de la naturaleza (como c, la velocidad de la luz en el vacío, o h, la constante de Planck). Cuanto mayor sea la precisión con la que se conozca el valor de G, mayor será la precisión con la que se podrá calcular la fuerza de atracción entre dos masas. El primero que midió G fue el gran químico inglés Henry Cavendish en 1798, y desde entonces, los experimentos se afinaron con instrumentos cada vez más precisos, en el 2000 se había llegado a un valor con sólo 0,0015 por ciento de error.

Ahora, el equipo suizo capitaneado por el físico Stephan Schlamminger anunció haber conseguido resultados con una precisión aún mayor, con errores experimentales de sólo 33 partes por millón. La medida: $6{,}67404 \times 10^{-11}\ m^3/(kg\ seg^2)$.

Para ello utilizaron una balanza sensitiva de laboratorio para medir la diferencia de peso de dos pequeñas masas que estaban unas por debajo y otras por encima de enormes tanques de 13 toneladas de mercurio. Calculando cómo la atracción gravitatoria de los tanques de mercurio afectaba el peso de las pequeñas masas, los investigadores pudieron determinar el valor de G. Una medición por cierto muy precisa, hasta que los próximos cálculos la superen.





ANTE NUCLEAR (DERECHA Y ARRIBA).

grupos en el mundo que están trabajando
te sentido y obteniendo resultados muy
os. Podríamos producir resistencias a las
medades, es decir, producir animales que
tan genéticamente"; podríamos mejorar su
idad de reproducción. O, como ya se está
ndo, producir cabras que en su leche ge-
"seda de araña", que es la proteína más
ente, hasta se pueden hacer chalecos anti-
con esto. También se puede reproducir por
ción animales en peligro de extinción. Es-
on algunas posibilidades de esta técnica.

GUNTAS (MAS UN EJERCICIO ERIODISMO)

Qué importancia tiene la edad del animal ual se toma la célula somática?

amone: –Eso es muy importante. A mí,
iempre me gustó la ciencia-ficción, me sor-
dió cuando leí que el grupo de Wilmut que
clonó a Dolly veía que la oveja clonada desde el punto de vista genético era más vieja de lo que debería ser: tenía cinco años y parecía que desde el punto de vista de los cromosomas tenía diez. No sé si vieron *Blade Runner* o leyeron el libro (*Sueñan los androides con ovejas eléctricas*) en el que los clones morían jóvenes, y que parecía premonitorio... Ahora bien, un científico argentino demostró lo contrario, es decir, que la célula rejuvenece con la clonación. Pero en realidad estamos estudiando todavía, y no hay nada definitivo.

–¿Cómo es la terapia génica, se reemplazan genes o se suprimen genes?

Salamone: –Hay diferentes formas de incorporar genes a un organismo. Hay partículas virales que, de la misma forma que introdujimos un gen para que determinada proteína se exprese en la leche, a través de una "infección beneficiosa", se pueden incorporar a genes que producen medicamentos en el propio individuo. Eso está en el terreno experimental para un gran número de enfermedades. Otra cosa, más discutible, es cuando se altera genéticamente a un individuo para siempre y a su vez a los hijos, y a los hijos de los hijos. Yo diría que no deberíamos hacerlo porque médicamente aún no sabemos las consecuencias que puede tener. Insisto en que hay que evitar el dogmatismo y debatir profundamente estos temas.

(...) Recuerdo que una vez me llamó un periodista, Chiche Gelblung, y me preguntó "¿qué piensan los científicos de la clonación humana?". Yo empecé a responder que la mayoría está en contra, que médicamente es desacertado, y estaba en eso cuando me dice: "Bueno, Severino Antinori (el médico italiano que quiere clonar humanos) al teléfono". Y del otro lado, Antinori que me decía que se pueden clonar humanos porque en el mono funciona y no hay problemas. Yo le pregunté quién había clonado de un mono adulto y él me respondió con evasivas, porque nadie lo hizo hasta ahora. En fin, son posturas encontradas...

EUGENESIA Y FINAL

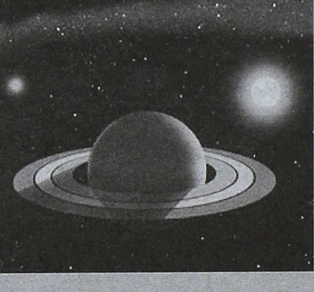
Calvo: –Yo quiero agregar que no estoy a favor de la eugenesia, es decir, la selección de quién nace o quién no según el patrimonio genético; eso es algo que ya hace la naturaleza por sí misma, si tenemos en cuenta que 3 de 4 embarazos naturalmente se pierden. Decidir que una persona no nazca por los resultados de un análisis es un problema porque, después, ¿dónde lo frenamos? Y es que se podría trasladar y hacer con los ya nacidos: "Esta persona es un estorbo para la sociedad, matémosla", se diría. Es muy peligroso, me parece, y debe debatirse, como en este momento acá en el Café Científico, o bien legislarse cuidadosamente. A pesar de que no hay ley que pueda impedir ciertos excesos. Y doy un ejemplo de la terapia génica, un procedimiento generalmente aceptado; nadie ve mal que a una persona se le administre un virus que tenga un gen que le haga más llevadera la vida futura con tal enfermedad. Pero, en 1999, un chico murió en cinco días por la terapia génica. Era un chico que se podía haber mantenido vivo perfectamente con la terapia tradicional, es más, su enfermedad no aparecía en todas las células sino en algunas, pero él decidió la terapia génica porque pensaba que experimentando él mismo podría ayudar a otros chicos en el futuro. Y murió a los cinco días. Fue en Estados Unidos, y era un chico que tenía un problema de deficiencia en el metabolismo de aminoácidos, y podía haber vivido muchísimos años más. ¿Qué pasó? Los médicos variaron el protocolo de experimentación en el momento de aplicárselo y le administraron muchísimas más partículas virales de las que se usaban normalmente; y también ocultaron que cuatro monos habían muerto en experimentos con el mismo virus. Entonces, como decía Daniel Salamone, ¿por qué apresurarse y saltar al vacío con riesgo para las vidas?

e la idea de la clonación humana me
sentir incómodo. Pero yo no prohibiría
nación terapéutica, y si realmente hu-
una terapia que ayudara a la gente se-
ierto aunque por mi parte me sentiría
modo trabajando.
cuanto a la clonación con fines repro-
vos, desde el punto de vista estricta-
e médico, es desaconsejable hoy. Fí-
de los cinco terneros clonados, que
ormales, hubo tres que nacieron con
peso, están evolucionando muy bien,
son más sensibles que los animales
ales; por eso someter a un hijo a un
ema inicial o que haya una enferme-
e por vida ya sería mucho, podría ha-
normalidades y podría no estar funcio-
o correctamente todo. Y según la expe-
a mundial todavía hay un enorme
nocimiento. Igualmente no sería dog-
o al respecto. Imaginemos que pensa-
que no hay que modificar genética-
e al hombre, y que todos estemos de
do con eso, ¿qué pasa si mañana hay
erribe enfermedad o un gran cambio
clima global que implica que la huma-
l sólo pueda ser salvada modificándola
icamente? O sea, para muchas cosas
que no. Imaginen que Dolly sólo tiene
s y no sabemos estrictamente cómo va
ejecer, si normalmente o no. Yo sigo
mucho interés a los animales clonados;
nos viendo qué pasa, estamos apenas en
reno experimental y sería muy desacer-
pasar ya a los humanos.

NOVEDADES EN CIENCIA

UN MUNDO CON DOS SOLES

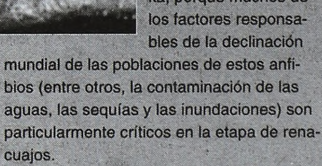
SKY & TELESCOPE ¿Se imagina un planeta con dos soles en su cielo? Teniendo en cuenta que más de la mitad de las estrellas son dobles o múltiples, y que los planetas parecen ser moneda corriente en el universo, la idea parece razonable. Sin embargo, hasta ahora no había pruebas muy confiables sobre semejante –y fantástico– escenario. Pero tal como informa la revista *Sky & Telescope*, un equipo internacional de astrónomos del Observatorio McDonald acaba de anunciar la presencia de un planeta en torno a la estrella doble Gamma Cefeo, que está a 45 años luz del Sistema Solar. Tal como su nombre lo indica, esta estrella pertenece a la constelación de Cefeo (invisible desde la Argentina), y es lo suficientemente brillante como para observarla fácilmente a simple vista. Es más vieja, más grande y más luminosa que el Sol. Y a su alrededor gira una estrellita rojiza muy pálida en una órbita de 70 años. Pero eso no es todo: al estudiar cuidadosamente la estrella principal, el astrónomo alemán Artie Hatzes, su colega estadounidense William D. Cochran, y los demás integrantes del Equipo de Búsqueda de Planetas del Observatorio McDonald, detectaron un ligerísimo "bamboleo" que, según ellos, no está provocado por la estrella menor sino por un objeto aún más pequeño y mucho más cercano. Cálculos mediante, Hatzes y Cochran determinaron que se trata de un planeta con el doble de la masa de nuestro Júpiter, y que da una vuelta a la estrella principal de Gamma Cefeo en apenas 2 años y medio.



El hallazgo es notable, pero no tan sorprendente: a fin de cuentas, los astrónomos ya sabían que un planeta podría mantener una órbita estable en un sistema estelar doble siempre y cuando se ubique mucho más cerca de una de las dos estrellas que de la otra. Y ése es exactamente el caso del planeta de Gamma Cefeo.

LAS NUEVAS RANAS DE SRI LANKA

Science No son buenos tiempos para las ranas a nivel global, porque desde hace años que sus poblaciones vienen menguando progresivamente. Sin embargo, un estudio publicado en la revista *Science* revela que los bosques tropicales de Sri Lanka esconden grandes poblaciones de estos anfibios. Y lo más interesante: allí acaban de aparecer montones de nuevas especies. Recientemente, un equipo de biólogos liderado por Madhava Meegaskumbura (Universidad de Boston) estuvo clasificando a todas las variedades de ranas que encontraron en un "parche" de 750 kilómetros cuadrados de bosque. Y al compararlas con los especímenes ya conocidos (teniendo en cuenta su aspecto físico, sus colores, sus características genéticas y hasta su croar), Meegaskumbura y los suyos identificaron 120 especies hasta ahora desconocidas. "En cuanto a ranas, Sri Lanka es una zona de gran importancia mundial", dice el investigador. Otro dato curioso es que la mayoría de las especies recién descubiertas ponen huevos que pasan por lo que se conoce como "desarrollo terrestre directo". Es decir: los huevos se incuban en tierra y las crías nacen ya convertidas en adultos en miniatura, salteando la etapa de renacuajo. Ese mecanismo –previamente conocido en algunas otras variedades de ranas– explicaría el porqué del éxito de las ranas de Sri Lanka, porque muchos de los factores responsables de la declinación mundial de las poblaciones de estos anfibios (entre otros, la contaminación de las aguas, las sequías y las inundaciones) son particularmente críticos en la etapa de renacuajos.





NUEVAS MEDICIONES DE "G"

NewScientist Al parecer, la fuerza de gravedad es una de las vedettes del momento: varios grupos de investigadores se han concentrado sobre ella (ver **Futuro** del 14/9, "Miden la velocidad de la gravedad", y del 28/9, "El magnetismo terrestre y la gravedad"). Ahora, un equipo de científicos de la Universidad de Zurich logró el cálculo más preciso hasta el momento de la constante (G) que aparece en la Ley de Gravitación Universal de Newton (la atracción gravitatoria entre dos cuerpos es igual al producto de las masas de ambos cuerpos dividido por el cuadrado de la distancia entre ellos multiplicados, justamente, por la constante G; esto es, $F = G\ Mm/d^2$).

Resulta que G es una de las constantes fundamentales de la naturaleza (como c, la velocidad de la luz en el vacío, o h, la constante de Planck). Cuanto mayor sea la precisión con la que se conozca el valor de G, mayor será la precisión con la que se podrá calcular la fuerza de atracción entre dos masas. El primero que midió G fue el gran químico inglés Henry Cavendish en 1798, y desde entonces, los experimentos se afinaron con instrumentos cada vez más precisos, en el 2000 se había llegado a un valor con sólo 0,0015 por ciento de error.

Ahora, el equipo suizo capitaneado por el físico Stephan Schlamminger anunció haber conseguido resultados con una precisión aún mayor, con errores experimentales de sólo 33 partes por millón. La medida: $6{,}67404 \times 10^{-11}\ m^3/(kg\ seg^2)$.

Para ello utilizaron una balanza sensitiva de laboratorio para medir la diferencia de peso de dos pequeñas masas que estaban unas por debajo y otras por encima de enormes tanques de 13 toneladas de mercurio. Calculando cómo la atracción gravitatoria de los tanques de mercurio afectaba el peso de las pequeñas masas, los investigadores pudieron determinar el valor de G. Una medición por cierto muy precisa, hasta que los próximos cálculos la superen.

LIBROS Y PUBLICACIONES

INVITACION A LA FILOSOFIA
André Comte-Sponville
Paidós, 200 páginas



"Quiero que todo siga, que continúen tanto como sea posible las tareas de la vida, y que la muerte me encuentre, pero sin preocuparme de ella, y menos aún de mi jardín imperfecto." Esta estupenda frase de Miguel de Montaigne es una de las que conforman una *Invitación a la filosofía*, ya que, a pesar de que el libro no es estrictamente una recopilación de frases maravillosas, las certeras elecciones constituyen una de sus grandes virtudes.

Esta obra del filósofo francés André Comte-Sponville, una suerte de versión mejorada de los conocidos libros para jóvenes de Fernando Savater, está estructurada en 12 capítulos que son a la vez los títulos de 12 tópicos de filosofía y constituyen un excepcional modo de, nada menos, empezar a pensar. Y también –he aquí otra de sus grandes virtudes– de brevísima síntesis de lo pensado en 2600 años de filosofía occidental. Entre los mejores capítulos están los correspondientes a Dios, la muerte y el ateísmo ("El universo es más misterioso que la Biblia o el Corán. ¿Cómo estos libros, que son parte de él, podrían explicarlo?", interpela el autor). Naturalmente, el libro también tiene sus puntos bajos como en los capítulos dedicados a la moral y al amor, por ejemplo. Sin embargo, esto no impide el disfrute que provoca su lectura. ***M. D. A.***

AGENDA CIENTIFICA

CONVERSACIONES SOBRE LA CRISIS
El Planetario de la Ciudad propone una serie de 4 encuentros gratuitos coordinados por psicoanalistas para generar un espacio grupal con el fin de abordar los efectos de la crisis, compartiendo experiencias y pensando en conjunto nuevas alternativas. El segundo ciclo, para el cual aún quedan cupos, comienza el 3 de noviembre, y se desarrollará todos los domingos de noviembre de 11.30 a 13 horas. Se requiere inscripción previa por teléfono al 4771-9393, dejando mensajes al 4863-4547 o por correo electrónico a prensaplanetario@hotmail.com

ORIENTACION VOCACIONAL
La Facultad de Ciencias Exactas de la UBA organiza una serie de charlas y visitas destinadas a quienes estén por elegir una carrera universitaria. La idea es que charlen con investigadores, recorran laboratorios y tengan un panorama general de carreras universitarias no tradicionales. El 21 de octubre a las 16 será el turno de Ciencias Biológicas y el 28, a las 14, el de Matemática. El punto de encuentro será la puerta del Pabellón II de Ciudad Universitaria. Informes e inscripción: 4576-3337, dov@de.fcen.uba.ar.

ACTUALIZACION PROFESIONAL
La Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro convoca, hasta el 4 de noviembre, a sus graduados a empadronarse para actualizar datos personales para el perfeccionamiento profesional en la dirección www.exa.unicen.edu.ar/graduados o dirigiéndose a graduados@exa.unicen.edu.ar.

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

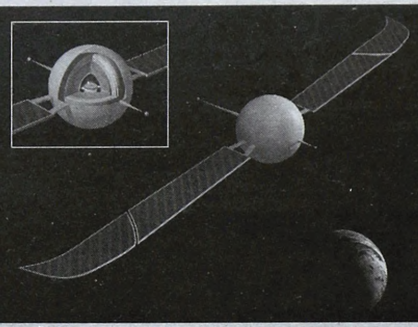
EL SATELITE QUE CAERA DENTRO DE 50.000 AÑOS

Mensaje al futuro en órbita

POR MARCELO TORRES

Un cofre enterrado en un jardín que contiene algunos objetos emblemáticos y una carta a los futuros descubridores suele ser la forma en que se presentan casi siempre las cápsulas de tiempo. Adaptando la idea a la era espacial, un grupo de artistas y científicos franceses está empeñado en enviar al espacio una cápsula con datos de la humanidad actual que orbitará la Tierra durante 50.000 años, al cabo de los cuales retornará su legado al planeta y a los integrantes de una sociedad, por ahora, inimaginable.

El proyecto, denominado Keo –los tres fonemas más usados en el centenar de idiomas que más se hablan en el mundo–, se basa esencialmente en el envío al espacio de mensajes, fotos, dibujos, sonidos y videos encerrados en un pequeño satélite, que orbitará el planeta durante 500 siglos. Para participar en forma gratuita, no importan edad, idioma, nacionalidad ni credo, sólo hay que escribir un mensaje que no supere los 6000 caracteres en el sitio del proyecto en Internet o enviarlo por correo. El texto será procesado y añadido a las decenas de miles de testimonios que personas de más de 180 países han escrito ya en 60 lenguas diferentes. Todos estos datos serán grabados en discos de vidrio, con esquemas gráficos que permitan a los humanos (o a lo que fuese) del lejano futuro construir un dispositivo capaz de reproducirlos.



FIRMA GENETICA

Pero eso no es todo. Junto con los discos se enviará una lámina de vidrio grabada con los rostros de hombres, mujeres y niños de todas las etnias, así como secuencias de la doble hélice del ADN. Otra lámina mostrará datos astronómicos para indicar la fecha de lanzamiento. Y también habrá un diamante con cuatro pequeñas esferas de oro incrustadas que contendrán una gota de agua de un océano, una pizca de "tierra arable", una burbuja de aire de la atmósfera y una gota de sangre humana a modo de firma genética de la especie. Todo este precioso material estará protegido dentro de una esfera de titanio y tungsteno –el cuerpo del satélite–, cuya capa exterior será de carbono.

Keo será lanzado en 2003 como carga secundaria en un cohete de la empresa francesa Arianespace. Como un gran pájaro arqueológico, una vez que Keo esté en órbita –a unos 1800 kilómetros– desplegará dos grandes alas que adquirirán movimiento al pasar de la sombra a los rayos solares. Así iniciará su tedioso viaje alrededor del mundo reduciendo su órbita día a día, milimétricamente, hasta caer de retorno a la Tierra dentro de 50.000 años. Y todo gracias a las leyes de la balística. En su caída, un fuerte destello advertirá de su presencia a los tal vez desprevenidos habitantes.

Aviso a los lectores de *Futuro*: Los interesados en dejar su mensaje para la posteridad pueden visitar **www.keo.org**, y la recepción termina el 31 de diciembre.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:
Donde se amaga con decir algo de Eötvös, pero se pasa rápidamente al enigma

POR LEONARDO MOLEDO

–El enigma de Bachet tuvo muchas respuestas –dijo el Comisario Inspector–. No todas correctas, ya que mucha gente no se dio cuenta de que las pesas se pueden poner en ambos platillos. Esto es: si quiero pesar un frasco de ocho kilos, puedo poner una pesa de 9 kilos en el platillo opuesto y una pesa de un kilo en el **mismo** platillo que el frasco. Pero bien, lo cierto es que Daniel Lerner envió la solución general, que el mismo Bachet habría envidiado por su calidad.

–Vamos a hacer un esfuerzo para ver si podemos publicar algunas de las cartas –dijo Kuhn.

–Yo quería hablar de Eötvös –dijo el Comisario Inspector.

–Vale la pena hablar de Eötvös –dijo Kuhn–, ya que da pie para charlar un poco sobre la masa inercial y la masa gravitatoria, pero yo sugiero que hoy pasemos directamente al enigma, así tenemos lugar para las cartas.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector. Voy a poner un enigma que involucra a un policía, o por lo menos, según me lo contaron, involucra a un policía. Resulta que una vez el gran Wittgenstein, saliendo de una comisaría...

–¿Y qué hacía Wittgenstein en una comisaría? –preguntó Kuhn.

–Me extraña –dijo el Comisario Inspector–; es el lugar más apropiado para un filósofo, pero no vamos a iniciar una discusión. Lo cierto es que al salir, le dice al oficial de guardia lo siguiente:

"Buenos días: ¿podría decirme la hora?"

"Sin problemas, Herr Wittgenstein" –dijo el oficial–. "Sume un cuarto del tiempo que hay entre este momento y la medianoche a la mitad del tiempo que hay entre la medianoche y este momento, y sabrá qué hora es."

¿Qué hora era?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Qué hora era?

Correo de lectores

SOLUCION GENERAL

Estimados amigos:

Dado que las pesas pueden estar en 3 estados (en un plato, en el otro o en ninguno), se trata de poder contar hasta 40 en base 3.

40 en base 3 es 1111, por lo que resultan necesarias 4 pesas de 1; 3; 9 y 27 Kg respectivamente.

Daniel Lerner



SOLUCION AL ENIGMA DE BACHET

Solución al enigma del 12/10/02

El número mínimo de pesas es cuatro, tales que pesen 1, 3, 9 y 27 kg (O sea, la unidad, las tres primeras potencias positivas de 3.) Con estos valores, y mediante simples operaciones de suma y resta, se obtiene cualquier número de kilogramos entre 1 y 40. Los pesos restados se colocarán, claro, en el mismo platillo de aquello cuyo peso se quiera determinar. Sólo será cuestión de combinar bien las pesas colocadas en cada platillo. O cuando menos eso estimo que diría el culto Bachet.

Pero en cuanto al razonamiento del Comisario Inspector sobre el delito, no estoy seguro. Según Hans Kelsen, sería una gran falacia, especialmente por la ambigüedad de la palabra "ley". Pero según Michel Foucault, habría margen para pensarlo más detenidamente: habría formas de la verdad científica cuya procedencia está en ciertas prácticas tribunalicias...

Marcelo A. Velarde

UN POCO MAS

Estimados Comisario Inspector y Kuhn:

(...)

También podríamos decir que si incorporamos una pesa de 81 kg estaremos en condiciones de pesar números enteros de kilos hasta 121, y siguiendo con la sucesión de 3 kg, seguir pesando hasta un total igual a la suma de los pesos de todas las pesas. Pero yo no lo aconsejaría, ya que estas pesas serían muy difíciles de manejar, además de correr el riesgo de romper la balanza.

Un cordial saludo,

Gustavo Soprano

CIGARRILLOS ENTRERRIANOS

Yo me llamo Diana Núñez, soy de Concordia, E. Ríos, y voy a séptimo grado de la escuela Normal Domingo Faustino Sarmiento de esta ciudad.

Resolví (creo) el problema que salió publicado en el suplemento **Futuro** del día 5 de octubre de este año con mi maestra particular.

Nosotros llegamos a la conclusión de que el filósofo Jerry Fodor debería haber dejado de fumar a los 40 días, que es el tiempo que le llevó consumir 26 y 2/3 de cigarrillos, pero como le sobró 1 tercio (1/3) del cigarrillo N° 27, entonces no debe haber dejado de fumar nunca, cosa que esta muy mal hecha.

Además, la pregunta "¿Cuántos cigarrillos fumó Jerry Fodor antes de convertirse en un ex fumador?" es confusa ya que, teóricamente, no podría haber fumado más de los 27 cigarrillos que tenía.

No pudimos conseguir el diario del sábado 12 así que no pudimos enterarnos de la respuesta correcta.

Agradecería si tuvieran unos minutos para responder este mail. Me gustan muchos sus problemas aunque lamento que sean sólo casi para expertos, porque me gustaría saber resolverlos.

Los saludos desde esta verde provincia.

Diana Núñez